

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-039913

(43)Date of publication of application : 13.02.1998

(51)Int.Cl.

G05B 19/416

(21)Application number : 08-213029

(71)Applicant : OSAKA KIKO CO LTD

(22)Date of filing : 23.07.1996

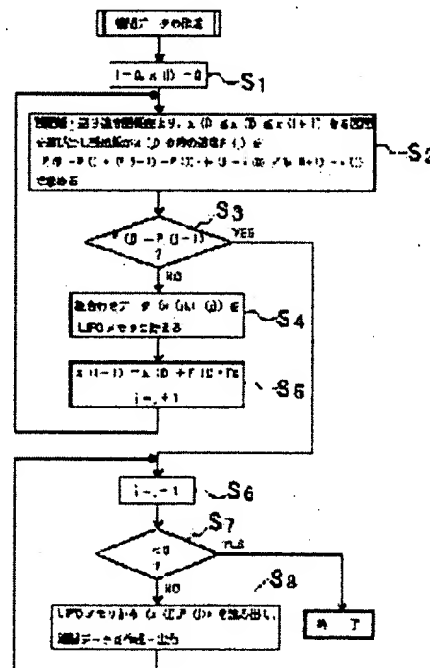
(72)Inventor : MIYAGAWA YUZO
HONDA HISAYOSHI
NAKABAYASHI MITSUNORI

(54) NC DATA PREPARING METHOD AND NC DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an NC data preparing method and an NC device with which a servo motor can be controlled at desired feeding speed while utilizing linear acceleration/deceleration control characteristics after the interpolation of the NC device.

SOLUTION: The table of relation between a remaining distance and the feeding speed expressing a desired feeding speed control curve is prepared. First of all, when a remaining distance $x(j)$ is 0, feeding speed $F(j)$ is found from this relation table and the combination data of the remaining distance $x(j)$ and feeding speed $F(j)$ are stored in a LIFO memory. Next, while using the last remaining distance $x(j)$, feeding speed $F(j)$ and time constant T_s , a remaining distance $x(j+1)$ is newly calculated by the equality of $x(j+1)=x(j)+F(j).T_s$, the feeding speed is found from this relation table and the combination data of the both are stored in the LIFO memory. Then, after the calculation of the remaining distance and feeding speed and the storage of combination data into the LIFO data are repeated until the feeding speed found from the relation table gets coincident with the last speed, finally, the combination data of the remaining distance and feeding speed stored in the LIFO memory are successively read out backward and NC data are prepared.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-39913

(43) 公開日 平成10年(1998) 2月13日

(51) Int. Cl.⁶
G05B 19/416

識別記号

F I
G05B 19/407

K

審査請求 未請求 請求項の数 3 F D (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平8-213029

(22) 出願日 平成 8 年(1996) 7 月23日

(71) 出願人 000205454

大阪機工株式会社

大阪府大阪市北区豊崎 3 丁目21番 9 号

(72) 発明者 宮川 祐三

兵庫県伊丹市北伊丹 8 丁目10番地 大阪機
工株式会社猪名川製造所内

(72) 発明者 本田 尚義

兵庫県伊丹市北伊丹 8 丁目10番地 大阪機
工株式会社猪名川製造所内

(72) 発明者 中林 光徳

兵庫県伊丹市北伊丹 8 丁目10番地 大阪機
工株式会社猪名川製造所内

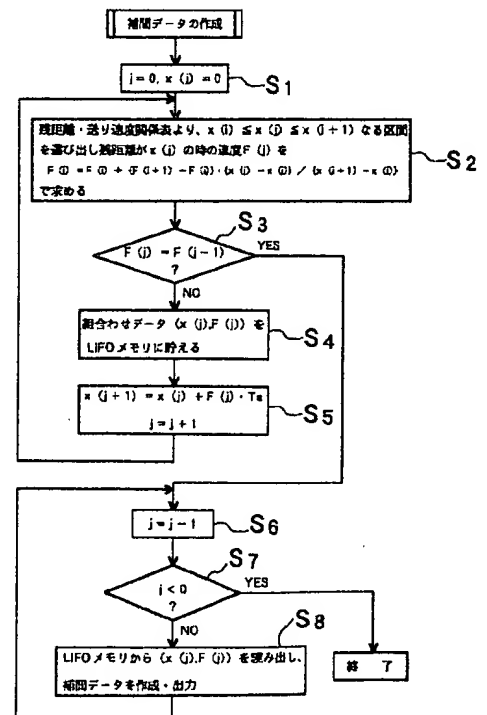
(74) 代理人 弁理士 松永 勉

(54) 【発明の名称】 NC データ作成方法及び NC 装置

(57) 【要約】

【課題】 NC 装置の補間後直線加減速制御特性を利用して所望の送り速度でサーボモータを制御し得る NC データ作成方法及び NC 装置を提供する。

【解決手段】 所望の送り速度制御曲線を表した残距離と送り速度との関係表を予め用意する。先ず残距離 $x(j)$ が 0 の時の送り速度 $F(j)$ を上記関係表より求め、該残距離 $x(j)$ と送り速度 $F(j)$ の組み合わせデータを LIFO メモリに貯える。次に、前回の残距離 $x(j)$ 及び送り速度 $F(j)$ と時定数 T_s を用いて新たに残距離 $x(j+1)$ を式 $x(j+1) = x(j) + F(j) \cdot T_s$ より算出するとともに送り速度を上記関係表より求め、該両者の組み合わせデータを LIFO メモリに貯える。そして、このような残距離及び送り速度の算出並びに組み合わせデータの LIFO メモリへの記憶を関係表より求めた送り速度が前回のそれと一致するまで繰り返した後、最後に上記 LIFO メモリに貯えた残距離と送り速度の組み合わせデータから逆に順次読み出し NC データを作成する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 所望の送り速度でサーボモータを制御するための NC データを作成する NC データ作成方法であって、

所望の送り速度制御曲線を表した残距離と送り速度との関係表を予め用意し、

先ず残距離 $x(j)$ が 0 の時の送り速度 $F(j)$ を上記関係表より求め、該残距離 $x(j)$ と送り速度 $F(j)$ の組み合わせデータを LIFO メモリに貯え、

次に、前回の残距離 $x(j)$ 及び送り速度 $F(j)$ と時定数 T_s を用いて新たに残距離 $x(j+1)$ を下記の式

$$x(j+1) = x(j) + F(j) \cdot T_s$$

より算出するとともに送り速度を上記関係表より求め、

該両者の組み合わせデータを LIFO メモリに貯え、

そして、このような残距離及び送り速度の算出並びに組み合わせデータの LIFO メモリへの記憶を関係表より求めた送り速度が前回のそれと一致するまで繰り返した後、最後に上記 LIFO メモリに貯えた残距離と送り速度の組み合わせデータから逆に順次読み出し NC データを作成することを特徴とする NC データ作成方法。

【請求項 2】 NC データを基に所望の送り速度でサーボモータを制御する NC 装置であって、

所望の送り速度制御曲線を表した残距離と送り速度との関係表を予め作成して用意する残距離・送り速度関係表作成手段と、

LIFO メモリを有する補間データ作成手段とを備えており、

上記補間データ作成手段は、補間データの作成に際し、先ず残距離 $x(j)$ が 0 の時の送り速度 $F(j)$ を上記残距離・送り速度関係表作成手段の作成した関係表より求め、

該残距離 $x(j)$ と送り速度 $F(j)$ の組み合わせデータを LIFO メモリに貯え、次に、前回の残距離 $x(j)$ 及び送り速度 $F(j)$ と時定数 T_s を用いて新たに残距離 $x(j+1)$ を下記の式

$$x(j+1) = x(j) + F(j) \cdot T_s$$

より算出するとともに送り速度を上記関係表より求め、

該両者の組み合わせデータを LIFO メモリに貯え、そして、このような残距離及び送り速度の算出並びに組み合わせデータの LIFO メモリへの記憶を関係表より求めた送り速度が前回のそれと一致するまで繰り返した後、最後に上記 LIFO メモリに貯えた残距離と送り速度の組み合わせデータから逆に順次読み出し補間データを作成するように設けられていることを特徴とする NC 装置。

【請求項 3】 上記残距離・送り速度関係表作成手段は、終点計算以外にピック量やコーナ角度等のデータを解析する工具経路解析部と、工具半径や工具物半径等の形状データを予め記憶している形状データ記憶部とを有し、上記解析データ及び形状データを基に切削負荷一定の送り速度制御曲線を表した残距離と送り速度との関係

表を作成するように設けられている請求項 2 記載の NC 装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、NC 工作機械の加工時に切削負荷を一定とするなど所望の送り速度でサーボモータを制御するための NC データを作成する NC データ作成方法及び NC 装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】一般に、NC 工作機械の NC 装置は、例えば図 1 に示すように、NC データを順次解析して各軸の移動量及び送り速度に関する位置指令情報を出力するデータ解析部 1 と、該解析部 1 からの位置指令情報に対し補間動作を行いサーボ指令値を出力する補間器 2 と、該補間器 2 からのサーボ指令値を各軸（図では X 軸と Y 軸）に分配する分配器 3 と、該分配器 3 からの各軸のサーボ指令値を基に各軸のサーボモータ 5 a、5 b をそれぞれ駆動させる複数のサーボ回路 4 a、4 b とを備えている。また、この NC 装置においては、例えば特公平 7-11764 号公報に開示するように、NC データの階段状の速度指令に起因する速度急変によるショックを機械に伝えなくするために加減速制御回路を設けて速度変化を平滑化した後、サーボモータ 5 a、5 b を動かすようにすることが行われており、加減速制御には、補間前加減速方式と補間後加減速方式の 2 種類がある。

【0003】補間前加減速方式は、図 1 に示すように、データ解析部 1 と補間器 2 との間に補間前加減速制御回路 8 を設け、補間・分配の処理をする前に NC データの工具経路に沿って一定の補間周期毎に加減速制御された速度を求め、次に該速度と補間周期の積（距離）だけ隔たった経路上の補間点を順次を求めていくため、半径減少やコーナのダレ等加減速による経路誤差が発生しないという利点があり、最近の高速高精度加工用として多用されている。この方式においては、データ解析部 1 にて NC データを先読みし、終点前後での接線速度ベクトル変化が許容値以内に収まるような終点速度が求められる。ここで、許容加速度を A、補間周期を ΔT とすれば、その後残距離を識別しての速度制御は、下記の式 $F(i) = F(i-1) \pm A \times \Delta T$

より計算されるため、図 2 に示すような勾配一定（ α ）の直線パターンとなる。尚、この方式の加減速を実施しても分配後の各軸の指令速度に多少ステップ状の段差が残る、それを平滑化するために通常以下の補間後加減速方式も併用される（特開平 6-282323 号公報参照）。

【0004】一方、補間後加減速方式は、図 3 に示すように、分配器 3 と各軸のサーボ回路 4 a、4 b との間にそれぞれ補間後加減速制御回路 9 a、9 b を設け、一定の NC データ指令速度で求められた補間点の座標値を各軸に分配した後、各軸独自に軸速度指令に対し加減速制

御を行う。この方式の代表的なものとしては指数加減速と直線加減速とがあり、図4に示すように、予め設定された時間（加減速時定数）で指数曲線又は直線状に（目標）指令速度に追従するパターンとなる。尚、図4

(a)、(b)はそれぞれX軸補間後加減速制御回路9aの入力側及び出力側での速度パターンを示し、図4(c)、(d)はそれぞれY軸補間後加減速制御回路9bの入力側及び出力側での速度パターンを示す。また、これらの加減速制御を行うときにはサーボサンプリング

$$x_0(k) = x_0(k-1) + \Delta t \cdot \{x_i(k) - x_0(k-1)\} / T_s \quad (a)$$

$$x_0(k) = x_0(k-1) + \Delta t \cdot \{x_i(k) - x_i(k-N)\} / T_s \quad (b)$$

但し、 x_0 はサーボ回路への入力となる加減速制御された位置指令、 x_i は加減速制御前の位置指令、 N は $T_s / \Delta t$ なる定数、 T_s は加減速時定数、 Δt はサーボサンプリング周期である。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところで、NC工作機械において、切削負荷が一定になるような送り速度でサーボモータを制御すれば工具寿命及び加工精度の向上に有効であることは従来から知られている。また、例えば図5に示すような工具軌跡がX軸方向からY軸方向に直角に変化するポケットコーナ部の場合、工具の径方向切込み量は、図6に破線で示すようにX軸の残距離が0の終点に向かうに従って増加することから、切削負荷を一定とする送り速度は、図6に実線で示すような曲線になることも知られている。

【0007】しかしながら、上記従来の加減速制御は、いずれの方式も切込み量の変化による切削負荷変動など切削過程を考慮したものではなく、ポケットコーナ部で切削負荷一定の送り速度制御を実行することができず、工具寿命の低下及び工具の弾性変形量の変動による加工精度の低下をきたす一因となっている。

【0008】そこで、このような問題を解決するため、CAD/CAMなどでNCデータを作成するとき、切削負荷を一定とするなど所望の送り速度制御曲線に対応して、指令速度を階段状に変化させNCデータを作成する試みがなされているが、NC装置の加減速制御との関連について十分に考慮していないため、サーボモータへの速度指令も階段状の変動を含んだものとなり、所望の送り速度制御を実現できていないのが実情である。

【0009】本発明はかかる諸点を鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、特にNC装置の補間後直線加減速制御の場合、送り速度と時定数との積が移動距離のとき時定数毎に送り速度が直線状に変化するという特性を有することに着目し、この特性を利用して所望の送り速度でサーボモータを制御し得るNCデータ作成方法及びNC装置を提供するものである。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、請求項1に係る発明は、従来のNC装置を変更する

周期毎に位置指令をサーボ回路4a、4bへ入力することにより追従制御をする必要があるが、サーボ回路の位置指令に対し、指数加減速では下記の数式1-(a)で、また直線加減速では数式1-(b)でそれぞれ計算を施すことにより加減速制御された位置指令を作ることができる。

【0005】

【数1】

ことなく、CAD/CAMなどでNCデータを作成するときの作成方法を従来のものと変更するものである。具体的には、所望の送り速度制御曲線を表した残距離と送り速度との関係表を予め用意する。そして、先ず残距離 $x(j)$ が0の時の送り速度 $F(j)$ を上記関係表より求め、該残距離 $x(j)$ と送り速度 $F(j)$ の組み合わせデータをLIFOメモリに貯える。次に、前回の残距離 $x(j)$ 及び送り速度 $F(j)$ と時定数 T_s を用いて新たに残距離 $x(j+1)$ を下記の式

$$x(j+1) = x(j) + F(j) \cdot T_s$$

より算出するとともに送り速度を上記関係表より求め、該両者の組み合わせデータをLIFOメモリに貯える。そして、このような残距離及び送り速度の算出並びに組み合わせデータのLIFOメモリへの記憶を関係表より求めた送り速度が前回のそれと一致するまで繰り返した後、最後に上記LIFOメモリに貯えた残距離と送り速度の組み合わせデータから逆に順次読み出しNCデータを作成する。

【0011】このような方法で作成したNCデータをNC装置に用いてサーボモータを制御する場合、送り速度は加減速時定数 T_s 毎に折れ線状に変化し、残距離と送り速度との関係表における所望の送り速度制御曲線に近似するようになるので、サーボモータを所望の送り速度で制御することができることになる。ここで、所望の送り速度とは、切削負荷を一定にすることに限らず、例えば始動開始時等での振動を低減するために送り速度をいわゆるS字状曲線で増加させることなども含む。また、残距離が0の地点とは、ポケットコーナ部の如く一方の軸方向の移動量が0となる終点を意味するだけでなく、所望の送り速度が上述したS字状曲線の場合には送り速度が最大となる最初の地点を意味する。つまり、送り速度が変化するときの変化終了地点を意味するものである。

【0012】請求項2に係る発明は、従来のNC装置を変更し、NC装置自体に加減速制御特性を利用した補間データを作成する機能を持たせるようにするものである。具体的には、NCデータ（補間データを含む）を基に所望の送り速度でサーボモータを制御するNC装置として、所望の送り速度制御曲線を表した残距離と送り

速度との関係表を予め作成して用意する残距離・送り速度関係表作成手段と、LIFOメモリを有する補間データ作成手段とを備える。そして、上記補間データ作成手段は、補間データの作成に際し、先ず残距離 $x(j)$ が0の時の送り速度 $F(j)$ を上記残距離・送り速度関係表作成手段の作成した関係表より求め、該残距離 $x(j)$ と送り速度 $F(j)$ の組み合わせデータをLIFOメモリに貯え、次に、前回の残距離 $x(j)$ 及び送り速度 $F(j)$ と時定数 T_s を用いて新たに残距離 $x(j+1)$ を下記の式

$$x(j+1) = x(j) + F(j) \cdot T_s$$

より算出するとともに送り速度を上記関係表より求め、該両者の組み合わせデータをLIFOメモリに貯え、そして、このような残距離及び送り速度の算出並びに組み合わせデータのLIFOメモリへの記憶を関係表より求めた送り速度が前回のそれと一致するまで繰り返した後、最後に上記LIFOメモリに貯えた残距離と送り速度の組み合わせデータから逆に順次読み出し補間データを作成するように設けられている。

【0013】このような構成のNC装置によれば、補間データ作成手段により補間データが作成され、該補間データでは、送り速度が加減速時定数 T_s 毎に折れ線状に変化し、残距離と送り速度との関係表における所望の送り速度制御曲線に近似するようになっているので、上記補間データを基にサーボモータを制御すれば所望の送り速度で制御することができることになる。

【0014】請求項3に係る発明は、請求項2に係る発明を、切削負荷を一定とする送り速度制御に適用するものである。すなわち、上記残距離・送り速度関係表作成手段において、終点計算以外にピック量やコーナ角度等のデータを解析する工具経路解析部と、工具半径や工具物半径等の形状データを予め記憶している形状データ記憶部とを有し、上記解析データ及び形状データを基に切削負荷一定の送り速度制御曲線を表した残距離と送り速度との関係表を作成するように構成する。

【0015】これにより、ポケットコーナ部等でも切削負荷一定の送り速度制御が実現されるので、工具寿命が改善されるとともに、工具の弾性変形量の変動による加工精度の低下が抑制されることになる。また、従来は工具に最も切削負荷がかかるコーナ部を考え、送り速度を低く抑えた加工が行われていたが、切削負荷一定の送り速度制御により最良の送り速度を指令することができるため、加工時間の短縮化も可能となる。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

【0017】図7は補間前加減速制御と補間後加減速制御とを併用するNC工作機械のNC装置Aを示す。このNC装置Aは、NCデータ10を順次解析して各軸の移動量及び送り速度に関する位置指令情報を出力するデータ解析部11と、該解析部11からの送り速度を加減速

制御する補間前加減速制御回路12と、該加減速制御回路12からの加減速指令値及び上記データ解析部11から加減速制御回路12をバイパスして入力する各軸の移動量を基に補間動作を行いサーボ指令値を出力する補間器13と、該補間器13からのサーボ指令値を各軸（図ではX軸とY軸）に分配する分配器14と、該分配器14からの各軸のサーボ指令値（詳しくは速度指令分）をそれぞれ加減速制御する各軸の補間後加減速制御回路15a、15bと、該各加減速制御回路15a、15bで加減速制御されたサーボ指令値を基にそれぞれ各軸のサーボモータ17a、17bを駆動させる各軸のサーボ回路16a、16bとを備えている。各軸のサーボモータ17a、17bの作動により各軸の送り機構18a、18bが送り動作をする。

【0018】上記補間前加減速制御回路12は、補間器13の残距離を監視しながらデータ解析部11からの送り速度を加減速制御する本来の機能に加えて、本発明の一実施形態として、NCデータ10とは別に独自に補間データを作成する補間データ作成機能を備えている。すなわち、補間前加減速制御回路12は、図8に示すように、終点計算並びにそれ以外にピック量（取り代）やコーナ角等のデータを解析する工具経路解析部21と、工具半径や工具物半径等の形状データを予め記憶している形状データ記憶部22と、上記解析データ（終点計算結果を含む）及び形状データを基に切削負荷一定の送り速度制御曲線を表した残距離と送り速度との関係表を作成する残距離・送り速度関係表作成部23と、LIFO（Last InFast Out）メモリ24を有する補間データ作成手段としての補間データ作成部25とを備えている。

【0019】上記残距離・送り速度関係表作成部23は、切削負荷一定の送り速度制御曲線を表した残距離と送り速度との関係表を作成するに際し、先ず、任意の残距離 x_i で径方向切込み量 $t(x_i)$ を求める。その算出式は、例えば図9に示す直角コーナ（いわゆるポケットコーナ部）では

$\phi < 0^\circ$ の時

$$t(x_i) = t_0$$

$0^\circ \leq \phi < 90^\circ$ の時

$$t(x_i) = t_0 + R_0(1 - \cos \phi)$$

$\phi \geq 90^\circ$ の時

$$t(x_i) = R + \sqrt{\{R^2 - (R - t_0 + x_i)^2\}}$$

となる。但し、 t_0 は取り代（定常時の径方向切込み量）、 R_0 は工作物半径、 R は工具径である。また、

【0020】

$$\{\text{数}2\} \phi = \cos^{-1} \{ (R_0^2 + D_0^2 - R^2) / (2 \cdot D_0 \cdot R_0) \} + \theta$$

$$\theta = \tan^{-1} \{ (Y_0 - x_i) / Y_0 \}$$

$$Y_0 = R_0 + t_0 - R$$

$$D_0 = \sqrt{\{Y_0^2 + (Y_0 - x_i)^2\}}$$

の関係式も成立する。

【0021】次に、切削負荷は単位時間当たりの切削断面面積、すなわち残距離 x_i での切込み量 $t(x_i)$ 、送り速度 $F(x_i)$ とすれば $F(x_i) \cdot t(x_i)$ に略比例するため、残距離 x_i での切削負荷一定の送り速度は、

$$F_i = F(x_i) = F_0 \cdot t_0 / t(x_i)$$

で得られる。最終的には加工時の補正後直線加減速制御（時定数 $=T_s$ ）による遅れを予想し、下記の補正式

$$x_i = x_i - F_i \cdot T_s / 2$$

にて補正を行い、 (x_i, F_i) の組み合わせで図10に示すような残距離と送り速度との関係表を作成する。従って、上記残距離・送り速度関係表作成部23と工具径路解析部21と形状データ記憶部22とにより、請求項2に係る発明にいう、所望の送り速度制御曲線（本実施形態では切削負荷一定の送り速度制御曲線）を表した残距離と送り速度との関係表を予め作成して用意する残距離・送り速度関係表作成手段26が構成されている。

【0022】また、上記補間データ作成部25は、上記残距離・送り速度関係表作成部23で作成された残距離と送り速度との関係表を用いて補間データを作成する。この補間データの作成は、図12に示すフローチャート20に従って行われる。

【0023】すなわち、補間データの作成においては、与えられた終点（残距離が0の地点）で関係表から求められる送り速度に合わせて出力する必要があるため、先ず残距離 $x(j)$ が0の時の送り速度 $F(j)$ を残距離・送り速度関係表より求め（ステップS1、S2）、該残距離 $x(j)$ と送り速度 $F(j)$ の組み合わせデータ $(x(j), F(j))$ をLIFOメモリ24に貯える（ステップ4）。

【0024】次に、前回の残距離 $x(j)$ 及び送り速度 $F(j)$ と時定数 T_s を用いて新たに残距離 $x(j+1)$ を下記の式

$$x(j+1) = x(j) + F(j) \cdot T_s$$

より算出しかつカウンタ j をインクリメントするとともに（ステップS5）、新たな残距離に対応した送り速度を残距離・送り速度関係表より求め、その組み合わせデータを同じくLIFOメモリ24に貯える。ここで、送り速度を残距離・送り速度関係表より求めるときには、図11に示すように、残距離 $x(j)$ に対して上記関係表から $x(i) \leq x(j) \leq x(i+1)$ なる区間を選び出し、残距離が $x(j)$ の時の送り速度 $F(j)$ を下記の数式3により算出する。

【0025】

$$\text{【数3】 } F(j) = F(i) + \{F(i+1) - F(i)\} \cdot \{x(j) - x(i)\} / \{x(i+1) - x(i)\}$$

そして、このような残距離及び送り速度の算出並びに組み合わせデータのLIFOメモリ24への記憶を関係表より求めた送り速度が前回のそれと一致する（ $F(j) = F(j-1)$ ）まで繰り返す（ステップS3）。しかる後、カウンタ j をデクリメントし（ステップS6）、最

後に上記LIFOメモリ24に貯えた残距離と送り速度の組み合わせデータ $(x(j), F(j))$ から逆に順次読み出し、残距離 $x(j)$ から位置又は移動量を求めて補間データを作成し出力する（ステップS8）。そして、カウンタ j が0以下（ $j < 0$ ）になったとき（ステップS7）、つまりLIFOメモリ24に貯えられた全ての組み合わせデータの読み出しが完了したときに、補間データの作成を終了する。

【0026】このようにして補間前加減速制御回路12の補間データ作成部25で作成された補間データは、補間器13及び分配器14を介して各軸の補間後加減速制御回路15a、15bに入力し、該加減速制御回路15a、15bで加減速制御された後、サーボ指令値としてサーボ回路16a、16bに送られる。その際、上記補間データでは、補間後加減速制御の時定数 T_s 毎に送り速度 $F(j)$ が、切削負荷一定の送り速度制御曲線を表した残距離と送り速度との関係表より求められているため、各軸のサーボモータ17a、17bは、例えばポケットコーナ部では図13に示すように、切削負荷一定の送り速度制御曲線（図6参照）に近似した折れ線状に調整制御されることになる。この結果、工具寿命を改善できるとともに、工具の弾性変形量の変動による加工精度の低下を抑制することができる。また、従来は工具に最も切削負荷がかかるコーナ部を考え、送り速度を低く抑えた加工が行われていたが、切削負荷一定の送り速度制御により最良の送り速度を指令することができるので、加工時間の短縮化も可能となる。

【0027】図14はポケットコーナ部において本発明例の切削負荷一定制御（実線）と従来例の高速高精度制御（破線）とを行なった場合の速度パターンを示し、図15は同じく形状誤差を示す。尚、図14には、参考として工具の半径方向切込み量の変化パターンを二点鎖線で、切削体積一定の速度パターンを一点鎖線で、本発明例の切削負荷一定制御の指令点変化パターンをプロット点付き実線でそれぞれ示す。図14から分かるように、本発明例の速度パターンは従来例のものに比べて切削体積一定速度パターンに非常に近似することになり、理想的な速度パターンが得られる。また、図15から分かるように、本発明例ではコーナ部での形状誤差が従来例のものに比べて約半分に低減する。

【0028】尚、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、その他種々の実施形態を包含するものである。例えば上記実施形態では、補間前加減速制御と補間後加減速制御とを併用したNC装置について述べたが、本発明は、図3に示す補間後加減速方式のNC装置にも同様に適用することができる。

【0029】また、本発明のNCデータ作成方法は、NC装置自体を変更することなく、CAD/CAM等でNCデータ10を作成する場合に適用することができる。すなわち、NCデータ10の作成過程において、切削負

荷を一定とするなど所望の送り速度制御曲線を表した残距離と送り速度との関係表を予め用意し、上述した図 1 2 と同様のフローチャートに従って NC データを作成するようにすればよい。図 1 6 はこの方法で作成した、直角コーナ部で切削負荷一定の送り速度制御をするための NC データ例を示す。

【0030】さらに、本発明は、上記実施形態の如く二軸のサーボモータを備えた NC 工作機械に限定されるものではなく、三軸又はそれ以上のサーボモータを備えた NC 工作機械にも適用することができるのは言うまでもない。

【0031】

【発明の効果】以上の如く、本発明の NC データ作成方法及び NC 装置によれば、送り速度が加減速時定数毎に折れ線状に変化し、残距離と送り速度との関係表における所望の送り速度制御曲線に近似するようになるので、所望の送り速度制御を確実に実現することができ、実用的に優れた効果を有する。

【0032】特に、請求項 3 に係る発明の如く切削負荷一定の送り速度制御に適用した場合には、工具寿命の改善及び工具の弾性変形量の変動による加工精度の低下抑制を図ることができるとともに、最良の送り速度を指令して加工時間の短縮化を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】補間前加減速方式の NC 装置のブロック構成図である。

【図 2】補間前加減速制御の速度パターン図である。

【図 3】補間後加減速方式の NC 装置のブロック構成図である。

【図 4】補間後加減速制御の速度パターン図である。

【図 5】ポケットコーナ部を示す模式図である。

【図 6】ポケットコーナ部での切込み量の変化と切削負荷一定送り速度を示す図である。

【図 7】補間前加減速方式と補間後加減速方式とを併用する NC 装置のブロック構成図である。

【図 8】補間前加減速制御回路の補間データ作成機能を發揮する部分のブロック構成図である。

【図 9】直角コーナ部での切込み量を説明するための図である。

【図 10】残距離と送り速度との関係表を示す図である。

【図 11】残距離が $x(j)$ の時の送り速度 $F(j)$ を算出する方法を説明するための図である。

【図 12】補間データ作成のフローチャート図である。

【図 13】コーナ部における本発明の切削負荷一定制御の送り速度の変化を示す図である。

【図 14】ポケットコーナ部において本発明例の切削負荷一定制御と従来例の高速高精度制御とを行った場合の速度パターンを示す図である。

【図 15】同じく形状誤差を示す図である。

【図 16】本発明の方法で作成した NC データ例を示す図である。

【符号の説明】

A NC 装置

21 工具経路解析部

22 形状データ記憶部

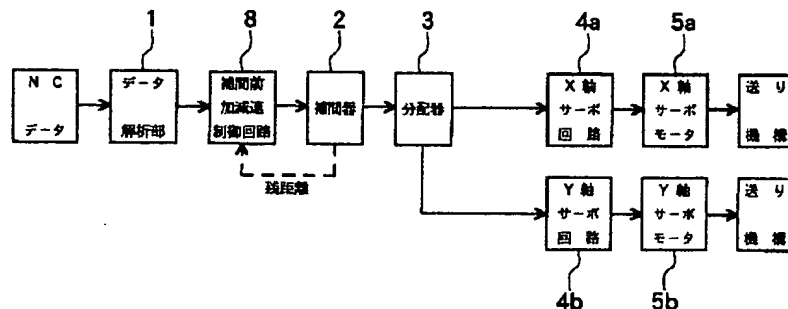
23 残距離・送り速度関係表作成部

24 LIFO メモリ

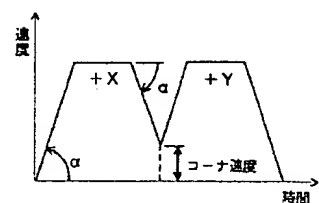
25 補間データ作成部 (補間データ作成手段)

26 残距離・送り速度関係表作成手段

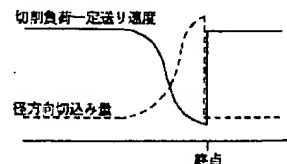
【図 1】



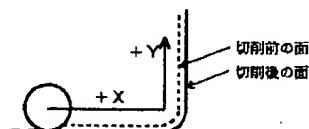
【図 2】



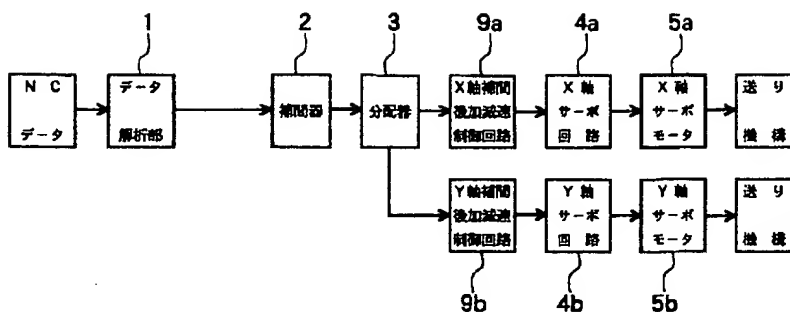
【図 6】



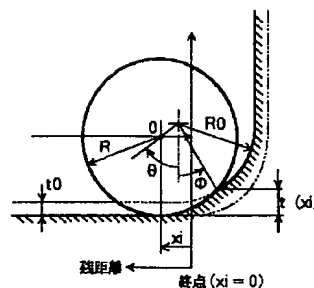
【図 5】



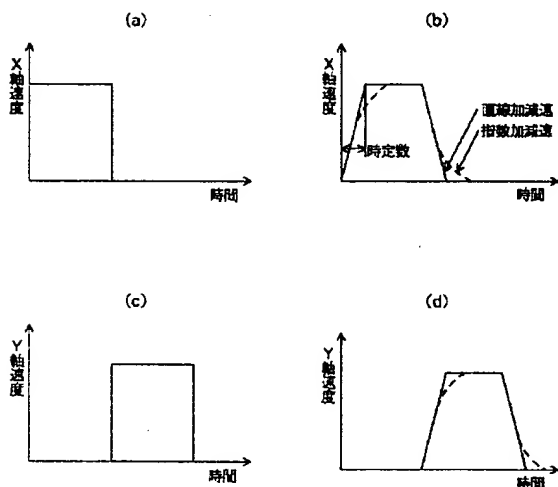
【図 3】



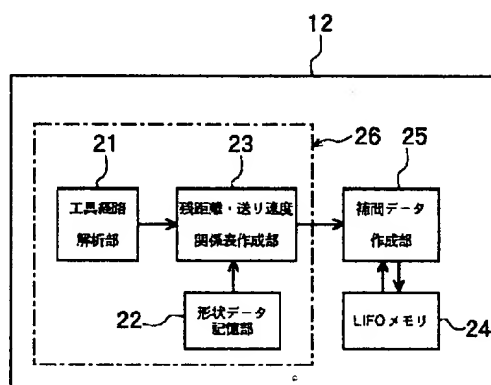
【図 9】



【図 4】



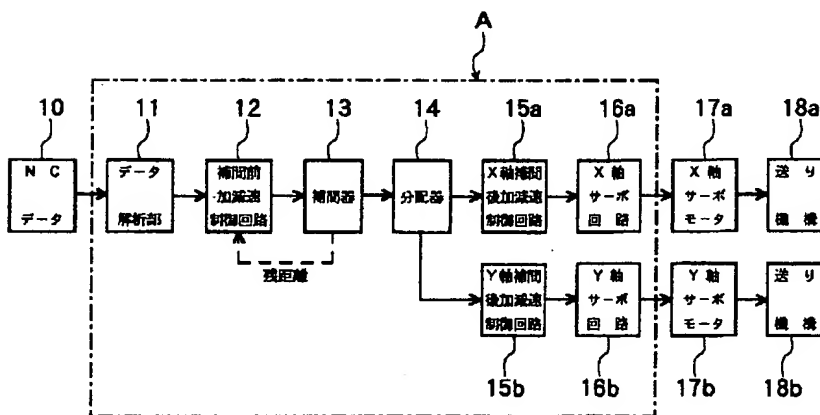
【図 8】



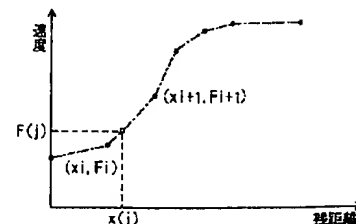
【図 10】

残距離	速度
x0	F0
x1	F1
x2	F2
...	...
xi	Fi

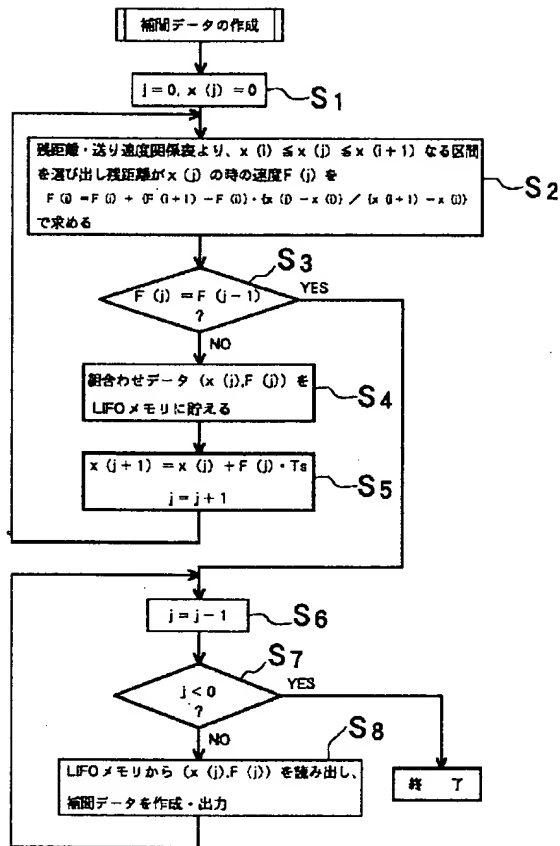
【図 7】



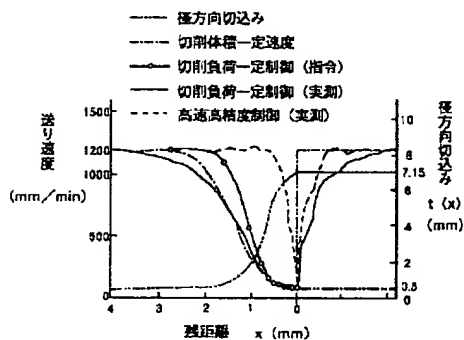
【図 11】



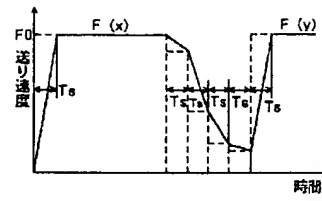
【図12】



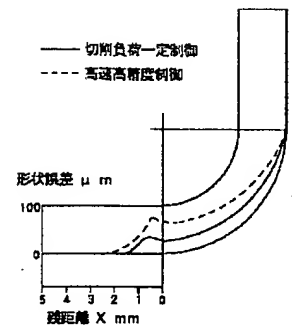
【図14】



【図13】



【図15】



【図16】

G90G00X-50.Y0.;
 G01X-2.665F1200;
 X-1.56F1105;
 X-0.995F565;
 X-0.734F261;
 X-0.574F160;
 X-0.456F118;
 X-0.355F101;
 X-0.261F94;
 X-0.171F90;
 X-0.084F87;
 G09X0.F84;
 Y50.F1200;